

平成 24 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	理工学研究科機械宇宙システム専攻小酒研究室
研究者 (ふりがな)	佐藤 進 (さとう すすむ)
タイトル	ディーゼルエンジン用 SCR 触媒の過渡制御に関する研究
助成名	新任助教研究助成
採択金額	1,000,000 円

研究の背景

厳しくなる排出ガス規制を達成するために、ディーゼル車両にはエンジンから排出された PM（粒子状物質），NO_x（窒素酸化物）を浄化するための後処理装置が多く装着される。PM を除去するための DPF（Diesel Particulate Filter）や、NO_xを浄化するための選択性触媒還元（SCR : Selective Catalytic Reduction）システムなどがそれに当たる。SCR システムは、システム内に設置した触媒に還元剤を供給し、そこで生じる反応により NO_xを浄化する技術である。現在は尿素水を供給してアンモニアを還元剤として使用し NO_xと反応させ浄化する尿素 SCR システムが主流である。しかし尿素 SCR では燃料タンクとは別に尿素水タンクを車両に設置する必要があり、また未反応のアンモニアが排出されるといった問題点がある。

一方、ディーゼルエンジン単体では、エンジン回転数や負荷に代表されるエンジンパラメータが過渡的に変化する際の排出ガス増加が懸念されている。定常状態ではエンジンの燃費や汚染物質排出量の制御が比較的容易である。しかし、これらのパラメータがエンジン運転時、ひいては実車両運転時に急激に変化した際に汚染物質がスパイク的に排出されてしまうことがある。この汚染物質のスパイク的排出について、エンジンパラメータを適切に制御することで削減する必要がある。しかしエンジン単体の制御で汚染物質を全て浄化することは困難であり、エンジンパラメータの変化に応じて後処理装置に導入される排出ガスのパラメータも同時に制御し、後処理装置に最大限の機能を発揮させることが求められている。

本研究では、ディーゼル車両の後処理装置である SCR システムについて、還元剤として HC つまり燃料中の炭化水素を用い、その過渡的状態変化における浄化特性を評価するために、エンジンの排気成分、温度状態を再現可能であり、かつ過渡的な状態変化を与えられる後処理装置模擬装置を設計した。この装置は、SCR 触媒に流れるガス成分比・流量、供給する還元剤量、触媒の温度状態を変化させることができる。

結果と考察

図 1 に設計した後処理模擬装置の概要を示す。装置上流にはマスフロコントローラを複数台設置し、排出ガスを模擬するための各構成ガスの流量を調整する。合流したガスは 2 つに分岐された流路に導かれ、バタフライバルブにより流量を調整されたのちヒータで任意の温度まで加熱される。加熱されたガスは合流した後、還元剤を噴射され触媒に導入される。マスフロコントローラ、バタフライバルブ開度、ヒータ温度は PXI システムにより制御される。各ガス成分の流量を制御することで任意のガス組成変化、バタフライバルブ開度とヒータ温度を制御することで任意のガス温度変化を与えることが可能なシステムとなっている。また各ヒータ出口に熱電対、触媒直前・直後に NO_xセンサおよび熱電対を設置することで、装置内のガス温度計測と NO_x濃度計測が可能となっている。

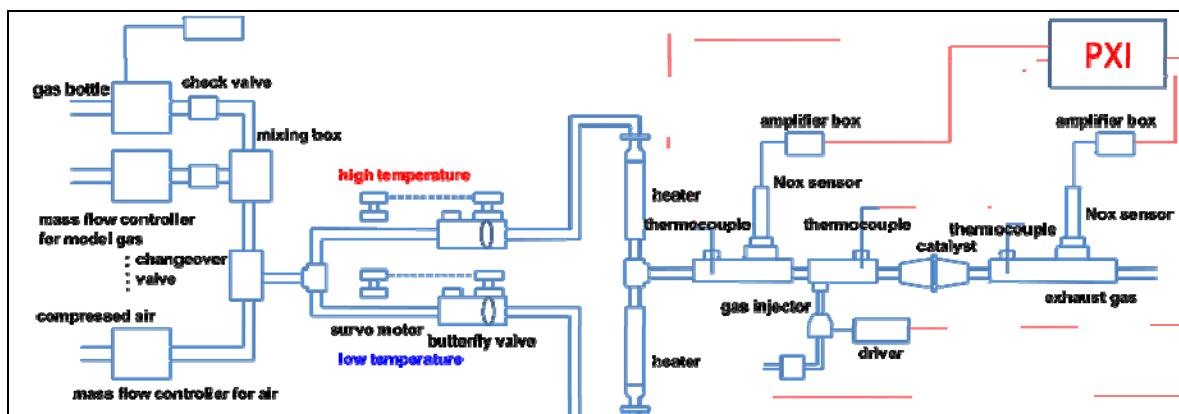


図1 後処理模擬装置システム図

また本装置に設置する触媒として銅ゼオライト触媒を使用した。ゼオライトの種類としては、Cu/ZSM-5 と Cu/Beta の 2 種類である。基本とするこれらの触媒はイオン交換率 80%程度に調製しているが、比較対象として Al に対して Cu が過剰にのっている Cu/ZSM-5 も 2 種類調製した。それぞれの触媒の元素分析結果を表 1 に示す。

表1 銅ゼオライト触媒の元素分析結果

	Cu/ZSM-5 No.1	Cu/Beta	Cu/ZSM-5 No.2	Cu/ZSM-5 No.3
Cu(mmol/g)	0.161	0.089	0.31	1.99
Al(mmol/g)	0.393	0.218	0.407	0.407
Cu/Al	0.41	0.41	0.762	4.9
Ion exchange rate(%)	82	82	Over 100	Over 100

結論と今後の課題

前述の後処理模擬装置について、触媒に供給されるガス温度が既定の温度まで昇温されないという問題が生じた。これは計測に使用する NO_x センサ設置部分や還元剤噴射用のインジェクタ設置部分における放熱がその原因である。これらの箇所の放熱状態を把握し、流路内の断熱構造の構築が必要である。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品 1	PXI システム一式	¥1,093,470
	本助成金は佐藤の研究経費に配当され、そこから ¥1,093,470 で上記備品を購入	
合計		¥1,093,470

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。